

DIALOG(R)File 345:Inpadoc/Fam.& Legal Stat

(c) 2003 EPO. All rts. reserv.

6173734

Basic Patent (No,Kind,Date): JP 62180747 A2 870808 <No. of Patents: 002>

ELECTRIC DISCHARGE REACTION DEVICE (English)

Patent Assignee: ANELVA CORP; SATO NORIYOSHI

Author (Inventor): NAKAGAWA KOJIN; SATO NORIYOSHI

IPC: *B01J-019/08; C08J-007/00

Derwent WPI Acc No: C 87-260717

JAPIO Reference No: 120033C000026

Language of Document: Japanese

Patent Family:

Patent No	Kind	Date	Applic No	Kind	Date
JP 62180747	A2	870808	JP 8621795	A	860203 (BASIC)
JP 90021296	B4	900514	JP 8621795	A	860203

Priority Data (No,Kind,Date):

JP 8621795 A 860203

ELECTRIC DISCHARGE REACTION DEVICE

Patent Number: JP62180747
Publication date: 1987-08-08
Inventor(s): NAKAGAWA KOJIN; others: 01
Applicant(s): ANELVA CORP; others: 01
Requested Patent: ☐ JP62180747
Application Number: JP19860021795 19860203
Priority Number(s):
IPC Classification: B01J19/08; C08J7/00
EC Classification:
Equivalents: JP1594778C, JP2021296B

Abstract

PURPOSE: To obtain high-density plasma with high efficiency and to obtain a small-sized and inexpensive electric discharge device by generating standing waves in the plasma.

CONSTITUTION: A gas for electric discharge is introduced into a cylinder 10 consisting of a high melting insulating material in a plasma generating part 1. DC voltage is passed to a coil 13 to form a magnetic field B in an arrow direction. An antenna 14 is provided along the cylinder 10 and a high-frequency voltage is impressed from a high-frequency power source 15 thereto to apply the high-frequency alternating magnetic fields to the inside of the cylinder 10 in the direction intersecting orthogonally with the magnetic field. The standing waves are formed in the plasma if the gaseous pressure in the cylinder 10 is set at a prescribed value and the high frequency and the magnetic field are set in a certain specific relation. The high density plasma is extremely efficiently obtd. with the high-frequency power source of a small capacity under such conditions. The resulted plasma is introduced into a treatment chamber 20 and the surface treatment of a substrate 24 is executed.

Data supplied from the esp@cenet database - 12

⑫ 特 許 公 報 (B 2)

平2-21296

⑮ Int. Cl. 3

識別記号

庁内整理番号

⑯公告 平成2年(1990)5月14日

B 01 J 19/08
C 01 B 21/06
21/068
21/072
21/082
31/06
31/36
C 01 F 7/34
7/36
C 01 G 23/04
C 23 C 16/50
C 23 F 4/00
H 05 H 1/24

E 6345-4G
J 7508-4G
N 7508-4G
Y 7508-4G
M 7508-4G
D 7508-4G
A 8821-4G
A 8821-4G
Z 6939-4G
Z 6939-4G
Z 8216-4G
8722-4K
G 7179-4K
7458-2G

発明の数 1 (全6頁)

⑰ 発明の名称 放電反応装置

⑱ 特 願 昭61-21795

⑲ 公 開 昭62-180747

⑳ 出 願 昭61(1986)2月3日

㉑ 昭62(1987)8月8日

㉒ 発 明 者 中 川 行 人 東京都府中市四谷5-8-1 日電アネルバ株式会社内
㉓ 発 明 者 佐 藤 徳 芳 宮城県仙台市花壇4番17-110
㉔ 出 願 人 日電アネルバ株式会社 東京都府中市四谷5-8-1
㉕ 出 願 人 佐 藤 徳 芳 宮城県仙台市花壇4番17-110
㉖ 代 理 人 弁理士 村上 健次
審 査 官 松 田 悠 子

1

2

㉗ 特許請求の範囲

- 1 a 絶縁物よりなる中空構造の筒状体の内部に所定のガスを導入する手段、
 - b 前記筒状体の内部空間に、その軸方向に向う磁場を形成する手段、
 - c 前記筒状体の内部空間に、前記軸方向の所定長さに互つて、この軸と交わる方向の高周波交番磁界を印加することにより、磁場中の定在プラズマ波を用いて該空間内にプラズマを発生させる手段、
 - d 該空間内の該プラズマの活性種、イオン、放射光を処理用材として、その一部又は全部を、前記筒状体から処理室に導入する手段、
- をそなえ、

該導入された処理用材を用い、若くは、これに該処理室に別途導入されたガスを加味することによつて、該処理室内で所定の粉体を生成するか、若くは、該処理室々内に設置された被処理物の表面に所定の処理を施すことを特徴とする放電反応

装置。

- 2 定在プラズマ波が定在ヘリコン波である特許請求の範囲第1項記載の放電反応装置。

発明の詳細な説明

5 (産業上の利用分野)

本発明は、気体の放電により発生するプラズマの活性種、イオン、放射光を処理用材として利用し、所定の粉体を製造し、又は、被処理基板表面にエッチング、デポジション、改質、清浄化等の

10 表面処理を施す放電反応装置に関する。

(従来技術とその問題点)

従来、上記の種類の放電反応装置で最も多く使用されているものは、第3図に概略の断面を示すような平行平板型の表面処理装置である。この装置では、ガス導入系30と排気系39をそなえる真空容器31内に対向設置された平行平板型電極32、33(33は接地された真空容器31に接続)間に、電源35から直流、交流、高周波などの電圧を印加して放電を発生させ、その放電プラ

ズマ 38 を用いて、ヒーター 36 で加熱される電極 33 上の被処理基板 37 に表面処理を施すものである。34 は絶縁物である。

同類の装置には、平行平板型電極を同軸円筒型電極に変形・置換したり、電極数を増減したりした様々の装置がある。しかしこれらの装置には共通して、放電プラズマ 38 の密度が低く、高速の処理ができない欠点がある。

また、被処理基板 37 が放電プラズマ 38 に直接接触しているため、荷電粒子の照射を受けて基板が損傷するという問題もある。この基板の照射損傷を避けるため、放電プラズマを基板から離れた場所で作り、プラズマ中の活性種又はイオンだけを被処理基板表面に輸送して処理を行なう装置も種々提供されているが、何れの装置も放電プラズマの密度がかなり低いために、実用に耐える処理速度を得るには大電力の投入を必要とする等の欠点を残している。

なお、プラズマの密度が低いことと、使用する圧力領域が低いことにより、上記した各装置は粉体の製造には適しない。

高密度の放電プラズマが得られて、処理速度の速い、粉体の製造にも利用できる放電反応装置としては、第 4 図に概要の断面を略示するような、電子サイクロトロン共鳴 (ECR と略す) を利用する放電反応装置がある。この装置を説明すると、プラズマ発生用ガス導入系 42 が接続されたマグネットコイル 40 の作る磁場 B の中に設けられたプラズマ室 41 内に、例えば 2.45GHz のマイクロ波 43 が投入されると、ECR 放電によつて導入ガスのプラズマが発生する。このプラズマは前記の磁界 B の下端に作られる発散磁界によつてプラズマ流 44 となつて処理室 45 内に拡大および加速されて噴出し、(必要のときは、ガス導入用リング状管 46 を経由して処理室 45 内に反応用ガスが導入され、これと協力して) 試料台 50 上の被処理基板 47 に所定の処理を施すものである。処理室 45 には排気系 49、プラズマ室 41 には冷却系 48 が接続されている。

しかしこの装置は高密度プラズマとは言つても、プラズマ密度が 10^{11} cm^{-3} 程度であり、イオン化効率も数%であつてなお低く、そのため大電力のマイクロ波発振器を必要として、装置が大掛りで高価になるほか、放電室の形状が ECR に適す

る特殊形状に限定されるなどの欠点をもっている。

(発明の目的)

本発明は、上記の問題を解決し、大電力を必要とせず高効率で高密度のプラズマを生成し、そのプラズマを利用して、経済的に粉体を製造し、または損傷の少ない高品質の表面処理を高速に行なうことのできる、小型かつ安価な放電反応装置の提供を目的とする。

(発明の構成)

本発明は、

- (1) a 絶縁物よりなる中空構造の筒状体の内部に所定のガスを導入する手段、
 - b 前記筒状体の内部空間に、その軸方向に向う磁場を形成する手段、
 - c 前記筒状体の内部空間に、前記軸方向の所定長さに亘つて、この軸と交わる方向の高周波交番磁界を印加することにより、磁場中の定在プラズマ波を用いて該空間内にプラズマを発生させる手段、
 - d 該空間内の該プラズマの活性種、イオン、放射光を処理用材として、その一部又は全部を、前記筒状体から処理室に導入する手段、
- をそなえ、該導入された該処理用材を用い、若くは、これに該処理室に別途導入されたガスを加味して、該処理室内で所定の粉体を生成するか、若くは、該処理室々内に設置された被処理物の表面に所定の処理を施す放電反応装置によつて、前記目的を達成したものである。

(実施例)

以下、図に基いて本発明の放電反応装置の実施例を説明する。第 1 図は本発明の実施例の表面処理装置の概略の断面図であつて、装置は大別してプラズマ発生部 1、処理用材導入部 2、処理部 3 の 3 部からなる。

プラズマ発生部 1 には、ガラス、石英、石英ガラス、各種セラミクス等の高融点絶縁材料で作られた円筒 10 (必要に応じて、冷却系を付設することがある) 内には、図示しないガス供給装置からバルブ 11 を通して放電用ガス 12 が導入され、円筒 10 を包囲するコイル 13 (131, 132 に分割設置されている) には図示しない直流電源から直流電流が流されて、円筒 10 の軸方向に、矢印で図示する磁場 B (磁束密度も B とする)

が形成されている。

磁場Bの作成手段として、前記電磁コイルを用いた場合のみならず、永久磁石を用いても良いし、永久磁石と電磁コイルを併用しても良い。

更にこの円筒10（直径D）には、その表面に沿って軸方向の所定長さ（L）に亘って、図の如く特殊な形状に曲折されたアンテナ14が設けられ、高周波電源15から整合回路16を経由して高周波電圧が（周波数f、電力W）が印加されて、円筒10の中に、前記の磁場Bと直交する方向に、高周波交番磁界が加えられるようになって

いる。

周知のように、（参考文献。PHYSICS LETTERS Vol.33A, No. 7. P457 - P458, 「PLASMA PRODUCTION USING A STANDING HELICON WAVE(定在ヘリコン波を用いたプラズマ生成)」14 December1970および、同Vol.91A, No.4 P163 - P166, 「SOME FEATURES OF RFEXCITED FULLYIONIZED LOW PRESSURE ARGON PLASMA(RFにより励起された低圧完全電離アルゴンプラズマの特性)」6 September1982)、放電用ガス12をバルブ11を通して導入して後述のガス排気バルブ25から排気を行ない、円筒10内のガス圧力を所定値に保ち、アンテナ14に高周波電力を印加するときは、条件 $1=(Ba/nf)^{0.5}$ によって、放電管10内のプラズマに定在プラズマ波の1つであるところの低周波共振としての定在ヘリコン波モードを発生させることができる。但し、aはプラズマの直径、nはプラズマの電子密度、L、B、fは前述の通りである。

（放電管内に定在プラズマ波を励起してプラズマ中のイオンを共鳴的に加熱することにより、放電管内に効率的に高密度のプラズマを生起させることの可能な定在プラズマ波としては、ICRF (Ion Cycrotron Range Frequency)、LH (Lower Hybrid波 (低域混成波))、Alfven波等も考えられるが、こゝでは定在Helicon波で代表させて説明している。）

この条件下では、プラズマ中を電磁波が効果的に伝搬するため、装置の設計諸元を適当にすることで、現在広く使用されている13.56MHz近辺の工業用周波数の、比較的小容量の高周波電源を用いて、極めて効率的に円筒10内にプラズマ密度

が 10^{12}cm^{-3} 程度以上の高密度のプラズマを発生させることができる。しかも条件によつては放電用ガスの殆んど100%をイオン化することが可能であつて、これはECRプラズマ装置の10倍以上という高い値である。プラズマが高密度であるため、生成する活性種、イオンの量は極めて大きく、放射される光も強大である。

高密度プラズマの高い温度が円筒10を破壊するおそれがあり、そのときは、投入する高周波電力を減じ、若くは、高周波電力をパルス状に断続的に印加して保護する。

またコイル13に印加する電流をパルス状にしたり交番状にしたりしても同様の保護作用がある。

高密度プラズマの活性種、イオン、放射光等の処理用材の、一部または全部を処理部3に導入する処理用材導入部2は、最も単純には素通りのまゝにすることもあるが、第1図に示すように、こゝに金網17、導電性グリッド、絞り等の一層または多層を設けて、その各層に、浮遊電位、接地電位、正・負極性の高低の電位を割当てること、前記処理用材を選択したり、通過量を適当にし加速を加減したりして処理室20内に導入する。なお、この金網等を、処理室20内に深く侵入させて基体ホルダー23上の基体24に可成り近接した位置に置かれることもある。

また放射光のみを利用する場合には光学窓を設置してもよい。

頭記したECRプラズマ装置では、磁場Bがこの処理用材導入部2またはその下方19に作る発散磁界を利用して、イオン流の幅の拡大と、独自の調整された加速とを行いうる利点があつたが、本発明の装置では、電子の運動エネルギーが十分に大きいので、これに類似する作用を同様の発散磁界に期待することができる。また前記した処理室20内に深く侵入させた金網、グリッド等は、これを上記の発散磁界で拡大されたイオン流の下方に設置し、これによつてイオン加速の調節の自由度を高めることもある。かかる装置は、殊に基体24の処理がスパッタイオンエッチング処理でイオンの加速を調節する必要のあるときなどに有用である。

処理室20に接続される排気系は、排気ポンプ（図示しない）、排気バルブ25等すべて第3、4

図の従来の場合と同様であつて、処理の種類に適合したものが使用される。被処理物である基体 2 4 を加熱ないし冷却するための温度調節系 2 2 についても同様である。

基体ホルダー 2 3 を回転ないし移動させて、処理が基体 2 4 上で均一になるよう配慮することも従来と同様である。

さて、基板の処理が単純なエッチングや、Si 基板表面の SiO₂ 皮膜作りあるいは基板表面の有機物除去等の場合なら、第 1 図の装置に放電用ガス 1 2 として Ar や O₂ を使用しただけのもので充分であるが、一層複雑な処理が要求されるときには第 2 図の実施例（概要の断面図で示す）のような、処理用ガス 2 8 を導入加味する放電反応装置が有利である。

図示しないガス供給装置から供給される処理用ガス 2 8 は、バルブ 2 7 を経由してガス導入用リング状管 2 6 に入り、リング状管 2 6 のリング内側に多数穿設されたガス噴出孔 2 6 0 から中央部に向つて基板 2 4 の表面上に噴出し、円筒 1 0 から処理室 2 0 へと導入された前述の活性種、イオン、放射光の一部または全部の照射をうけて、それらのエネルギーにより反応を起し、基板 2 4 の表面に、薄膜堆積などの所定の処理を施すことになる。

第 1 表に、堆積できる薄膜の種類と、そのとき利用される放電用ガス、処理用ガスの組合せを例示した。

処理用材導入部 2 と処理部 3 の構成を適当に選ぶときは、これら多種類の薄膜を、膜質、膜厚の分布を均一にし、かつ荷電粒子の照射衝撃による損傷を避けながら、基板 2 4 上に高速に堆積させることができる。

なお、例えば ECR のように電子の共鳴により高密度プラズマを得る場合には、電子の平均自由行程が、そのラーマー半径に比べて十分大きいことが必要であり、ガス圧力をある程度以上あげることにはできないが、定在プラズマ波例えば定在ヘリコン波によつてプラズマを発生させる場合はガス圧力を上げて、高密度状態で反応を進行させることが可能であり、第 1 表の左欄の各物質の粉体を作成することも容易である。この場合は圧力を上昇させると有効である。

第 1 表 堆積薄膜とガス例

堆積薄膜	放電用ガス	処理用ガス
SiO ₂	O ₂ , H ₂ O Ar, He	SiH ₄ , Si ₂ H ₆ Si ₂ H ₆ , SiCl ₄
SiN	N ₂ , NH ₃ Ar, H ₂ , He	SiH ₄ , Si ₂ H ₆ Si ₂ H ₆ , SiCl ₄
SiON	N ₂ , NH ₃ O ₂ , N ₂ O Ar, He, H ₂	// // //
Al	Ar, He	AlCl ₃ , Al(CH ₃) ₃ Al(C ₂ H ₅) ₃
Al ₂ O ₃	O ₂ , H ₂ O Ar, He	AlCl ₃ Al(CH ₃) ₃
AlN	N ₂ , NH ₃ Ar, He	// //
a-Si	Ar, H ₂ , He	SiH ₄ , Si ₂ H ₆
Si Epi. Layer	// // //	Si ₂ H ₆
Poly-Si	// // //	//
SiC	Ar, H ₂ , He	SiH ₄ , CH ₄ Si(CH ₃) ₂ H ₄ , Si ₂ H ₆
SiGe	Ar, He, He	SiH ₄ , GeH ₄ Si ₂ H ₆
BN	N ₂ , NH ₃ Ar, He	B ₂ H ₆ , BBr ₃ B(OC ₂ H ₅) ₃
TiC	CH ₄ , C ₂ H ₂ Ar, He	TiCl ₄ Ti isopropylate
Ti ₂ O ₃	O ₂ Ar, He	Ti isopropylate //
TiSi	Ar, H	TiCl ₄ Ti isopropylate SiH ₄ , Si ₂ H ₆
Mo	Ar, He	Mo(Co) ₆ MoCl ₅ , MoF ₆
MoSi ₂	Ar, He	// SiH ₄ , Si ₂ H ₆
W	Ar, He	WF ₆ , WCl ₆
WSi ₂	// //	// SiH ₄ , Si ₂ H ₆
Ta	Ar, He	TaCl ₅
TaSi ₂	// //	//

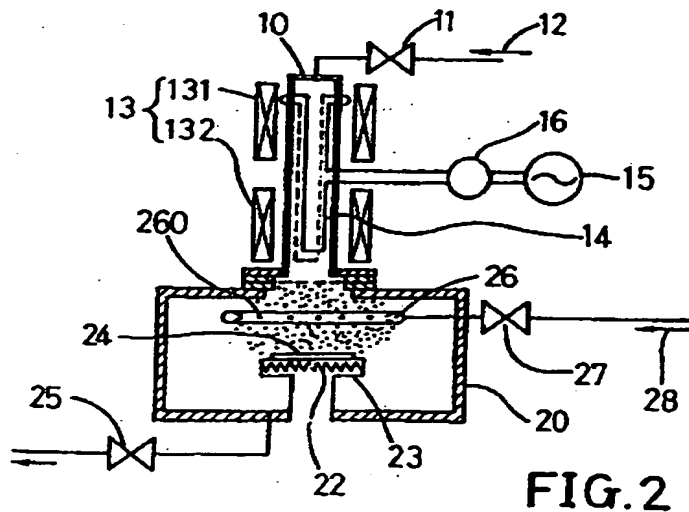
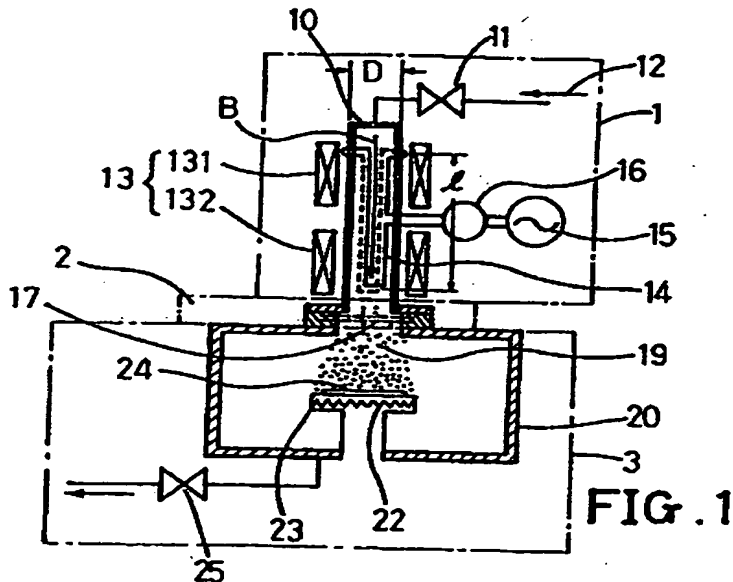
堆積薄膜	放電用ガス	処理用ガス
C(ダイヤモンド状)	H ₂	CH ₄

(発明の効果)

本発明は、高効率で生成される高密度のプラズマにより、経済的に粉体を製造し、または、損傷の少ない高品質の表面処理を高速に行なうことのできる小型かつ安価な放電反応装置を提供する効果がある。

図面の簡単な説明

第1図は、本発明の実施例の放電反応装置の概略の断面図。第2図は、別の実施例の同様の図。



第3図は、従来の平行平板型表面処理装置の概略の断面図。第4図は、従来のECRプラズマ装置の概略の断面図。

1……プラズマ発生部、2……処理用材導入部、3……処理部、10……絶縁物よりなる円筒、11……放電用ガス12の導入用バルブ、13……電磁コイル、14……アンテナ、15……高周波電源、16……整合回路、17……金網、20……処理室、22……温度調節系、23……基板ホルダー、24……基板、25……排気バルブ、26……ガス導入用リング状管、27……処理用ガス28の導入用バルブ。

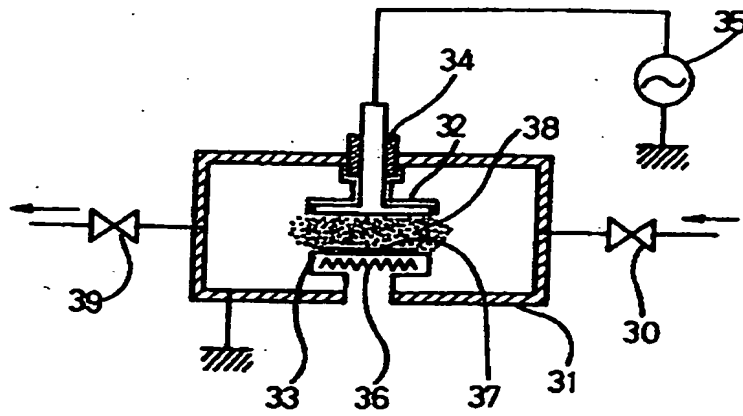


FIG. 3

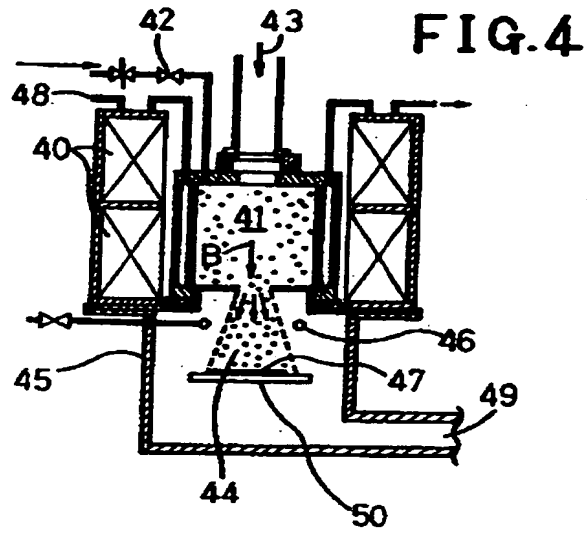


FIG. 4